Vernichtung der Bakterien im Wasser durch Protozoen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medizinischen Fakultät der Universität München

vorgelegt von

Otto Huntemüller
aus Hoya a. d. Weser.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1905.

Vernichtung der Bakterien im Wasser durch Protozoen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medizinischen Fakultät der Universität München

vorgelegt von

Otto Huntemüller
aus Hoya a. d. Weser.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1905.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität München.

Herrn Professor Dr. Rudolf Emmerich

ehrfurchtsvoll gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549027_0182

Professor Emmerich und Dr. Gemünd hatten die Beobachtung gemacht, dafs sich Typhusbazillen, die in grofser Anzahl im Mangfall-Leitungswasser ausgesät waren, nach einigen Tagen darin nicht mehr durch die Kultur nachweisen liefsen, während der Nachweis in sterilem Wasser noch nach längerer Zeit gelang. Da die chemische Zusammensetzung des Wassers in beiden Fällen so ziemlich die gleiche war, konnte hierdurch das verschiedene Verhalten der Bakterien im Wasser nicht erklärt werden. In dem nicht sterilisierten Wasser fanden sich nach diesen Versuchen sehr wenig Keime, nur 8 bis 10 pro ccm, so dafs auch diese die Vernichtung der Typhusbazillen nicht verursacht haben konnten. Dagegen war in dem nicht sterilisierten Wasser eine grofse Menge Protozoen nachweisbar, während das sterilisierte natürlich frei davon war.

Aus diesen Beobachtungen glaubte Professor Emmerich die Abnahme der Typhusbakterien im Wasser auf die Tätigkeit der Protozoen zurückführen zu dürfen. Es gelang ihm auch durch die von Giemsa für die Malariaplasmodien vorgeschlagene Färbungsmethode Bazillen in den Protozoen, und zwar waren letztere Flagellaten, nachzuweisen, auch konnte er die Bakterien in verschiedenen Stadien der Auflösung im Flagellatenkörper sehen.

Auf seine Veranlassung und unter seiner gütigen Beihilfe befafste ich mich näher mit diesen Beobachtungen.

Die Versuche wurden mit den verschiedensten Wässern und, wenn nicht besonders erwähnt, in diffusem Tageslicht bei Zimmertemperatur angestellt. Die Wasserentnahme geschah in sterilem Glase, das halbgefüllt etwa 100 ccm fafste. Zum Vergleich wurde meist ein Versuch mit sterilem oder keimfrei filtriertem Wasser, d. h. Wasser, in dem keine Flagellaten waren, gemacht.

In allen Brunnen, Flüssen und Quellen, die wir untersuchten, ja selbst wenn sie erst gerade aus dem Boden herauskamen, liefsen sich Protozoen nachweisen, und zwar sind es in den reinen Wässern, z. B. dem Mangfallwasser (dem Münchener Trinkwasser) Wasser aus einem Brunnen bei Schäftlarn etc., hauptsächlich die beiden Flagellatenarten Bodo ovatus und Bodo saltans, und unter diesen wieder besonders der erste.

Mangfallwasser am 6. 5. 04 zu je 3,0, 2,0, 1,0 und 0,5 ccm in sterilisiertem Reagensglase mit einer grofsen Anzahl Typhusbazillen versetzt, enthielt am 16. 5. in allen Proben reichlich diese beiden Arten. Ja, in 0,05 ccm Mangfallwasser liefsen sich auf diese Weise Flagellaten nachweisen, während in sterilem, auf gleiche Weise beschicktem Wasser keine Flagellaten enthalten waren, so dafs also in 0,05 ccm Mangfallwasser mindestens ein Flagellat oder eine Spore vorhanden sein mufste. Auf 1 ccm Mangfallwasser treffen somit im Sommer wenigstens 20 Flagellaten.

Als Bakterienmaterial diente meist eine frische, 24 Stunden bei 37° auf Agar gewachsene Typhuskultur, doch wurden auch Versuche mit anderen Bakterien gemacht.

Alle diese Versuche ergaben dasselbe Resultat, nach 2 bis 3mal 24 Stunden waren die Typhusbazillen aus dem Wasser nahezu verschwunden, wenigstens so, dafs sie sich durch das gewöhnliche Gelatine-Plattenverfahren nicht mehr nachweisen liefsen.

Die Zahl der Flagellaten hatte dagegen ganz bedeutend zugenommen.

Sehr interessant ist auch das Verhalten der Wasserbakterien. Diese nahmen, solange die Flagellaten an den eingesäten Typhusbazillen reichlich Nahrung fanden, beständig zu, doch vom dritten Tage an wieder stetig ab und waren am vierten Tage bedeutend weniger vorhanden als bei Beginn des Versuchs, da sie den stark vermehrten Flagellaten jetzt leichter zur Beute fielen.

Versuch vom 6. V. 1904.

a) Das Wasser aus dem Brunnen des hygienischen Instituts hatte am 6. V. eine Keimzahl von 6930 pro 0,05 ccm (gezählt nach 48 Stunden), also in 1 ccm 138 600 Wasserbakterien und eine ziemliche Menge von Flagellaten, Infusorien und anderen Protozoen.

Von diesem Wasser werden 100 ccm mit einer Öse einer frischen Typhusagarkultur versetzt und wiederholt umgeschüttelt, um das Bakterienmaterial gut zu verteilen. Davon wird sofort eine Öse, die etwa 0,005 ccm faßt, zu einer Gelatineplatte ausgegossen. Diese Platte, die 24 Stunden bei 22° im Wärmeschrank gestanden hat, ergibt am:

7. V. . . .	176 400	Kolonien	pro Platte
nach 24 Std.	20 070	»	» »
» 2×24 »	360	»	» »

Unter diesen 360 Kolonien waren nur noch einige wenige, welche typhusbazillenverdächtiges Aussehen hatten.

b) am 7. V. wird der Versuch mit Wasser aus dem Brunnen des hygienischen Instituts wiederholt, nach Zusatz einer Öse einer 24 Stunden bei 36° gewachsenen Typhusagarkultur und kräftigem Umschütteln werden drei Ösen des infizierten Wassers zu einer Gelatineplatte ausgegossen, auf dieser wachsen in 24 Stunden bei 22° im

Warmeschrank	214 200	Kolonien
aus 3 Ösen nach 24 Std.	20 340	»
» 5 » » 48 »	7 200	»

Eine Identifizierung der wenigen, nach 48 Stunden vorhandenen typhusbazillenähnlichen Kolonien wurde nicht ausgeführt.

Versuch vom 12. V. 1904.

Wasser aus einem Brunnen in der Nähe des Bavariadenkmals enthält in 0,01 ccm 2700 Wasserbakterien. Zu 100 ccm werden drei Ösen einer frischen Typhusagarkultur gesetzt und hiervon nach mehrmaligem Umschütteln fünf Ösen à 0,005 ccm zu einer Gelatineplatte ausgegossen. Es wachsen auf der wie im vorigen Versuch

behandelten Platte	261 000	Kolonien
aus 5 Ösen nach 20 Std.	195 300	»
» 5 » » 46 »	135 000	»
» 5 » » 68 »	8 280	»

darunter sehr wenig typhusbazillenähnliche Kolonien.

Versuch vom 19. V. 1904.

Münchener Leitungswasser (Mangfallwasser) enthält am 19. V. in 1 ccm 4 Kolonien des Bac. fluorescens liquefaciens. Hiervon werden 100 ccm mit drei Ösen einer frischen Typhusagarkultur versetzt und nach gutem Umschütteln drei Ösen zu einer Platte ausgegossen. Es ergeben sich

sofort	151 200 Kolonien
aus 3 Ösen nach 24 Std.	56 700 »
» 3 » » 48 »	16 200 »

Werden von diesen letzteren alle verdächtigen Kolonien als Typhusbazillen gezählt, so ergeben sich 2430 Typhusbazillenkolonien.

Waren in einem Wasser schon an und für sich viele Flagellaten enthalten, so läfst sich schon nach einer Stunde eine deutliche Abnahme der eingesäten Typhusbazillen konstatieren, während Typhusbazillen im sterilen Wasser nach dieser kurzen Zeit sogar öfters etwas zugenommen hatten. Dies letztere erklärt sich daraus, dafs viele Bakterien der Agarkultur in Teilung begriffen waren, als sie ins Wasser verimpft wurden, in welchem sich alsdann die Teilung in der ersten Stunde noch vollständig vollzog. Stellte man nämlich eine starke Suspension von Typhusbazillen in einigen Kubikzentimetern sterilen Wassers her, liefs diese etwa 1 Stunde stehen und verimpfte hiervon, so fand keine Vermehrung statt.

Versuche vom 20. VI. 1904.

a) Wasser aus dem Brunnen des hygienischen Instituts wird mit einer Öse einer frischen Typhusagarkultur versetzt. Die aus drei Ösen gegossene Platte ergibt

sofort	199 350 Kolonien
nach 1 Std.	148 680 »

b) Ein am selben Tage wiederholter zweiter Versuch ergibt aus drei Ösen

sofort	124 830 Kolonien
nach 1 Std.	81 900 »

Versuche vom 21. VI. 1904.

a) Wasser aus dem Brunnen des hygienischen Instituts, auf dieselbe Weise wie in den vorigen Versuchen mit Typhuskeimen versetzt, ergibt aus drei Ösen

sofort	241 650 Kolonien
nach 1 Std.	140 598 »

pro Platte.

b) Im strömenden Dampf sterilisiertes Wasser aus dem Brunnen des Instituts wird gleichfalls mit Typhusbazillen versetzt und enthält in drei Ösen

sofort	131 900	Typhuskeime
nach 1 Std.	201 600	»

Versuch vom 22. VI. 1904.

a) 100 ccm Wasser aus dem Instituts-Brunnen wird mit fünf Ösen einer Aufschwemmung in 2 ccm sterilem Wassers einer frischen Agartyphus bazillenkultur versetzt, die eine Stunde lang gestanden hat. Aus drei Ösen ergeben sich

sofort	64 350	Kolonien
nach 1 Std.	43 497	»

b) 100 ccm sterilisiertes Wasser aus dem Institutsbrunnen wie bei a) behandelt ergibt

sofort	50 103	Typhuskolonien
nach 1 Std.	52 875	»
» 48 »	11 700	»
» 11 × 24 Std.	387	»

Der folgende Versuch zeigt, dafs auch die Wasserbakterien ebenso schnell wie die Typhusbazillen von den Protozoen gefressen werden.

Am 22. VI. werden zu Wasser aus dem Institutsbrunnen drei Ösen einer frischen, 24 Stunden bei 37° auf Agar gewachsenen Kultur des Bacillus fluorescens liquefaciens gesetzt und hiervon drei Ösen zu einer Gelatineplatte ausgegossen; man erhält auf der Platte

sofort	352 000	Kolonien
nach 1 Std.	264 600	»
» 24 »	11 160	»

Versuch vom 29. VI. 1904.

Aus dem Institutsbrunnen werden drei Ösen in ein Bouillonröhrchen verimpft und dieses 24 Stunden bei 37° im Wärmeschrank stehen lassen. Von dieser Bouillonkultur, in der sich die Wasserbakterien während dieser Zeit sehr reichlich vermehrt hatten, werden drei Ösen zu ca. 100 cbm Wasser aus dem Brunnen des hygienischen Instituts gesetzt. Auf der sofort nach der Einsaat aus 3 Ösen gegossenen Gelatineplatte wachsen

sofort	260 380	Kolonien
nach 1 Std.	236 394	»
» 24 »	24 930	»
» 48 »	2 160	»

Die Temperatur spielt bei der Vernichtung der Bakterien auch eine Rolle; nach meinen bisherigen Versuchen scheint

26—30° C das Optimum für die Entwicklung und Frefstätigkeit der Protozoen zu sein. Auch das Licht scheint einen Einflufs hierbei auszuüben, doch sind die Versuche hierüber noch nicht abgeschlossen.

Versuch vom 24. VI. 1904.

a) Wasser aus dem Institutsbrunnen wird mit einer frischen Typhuskultur versetzt und bei 26° C im Wärmeschrank gehalten.

Aus drei Ösen wachsen

sofort	428 400 Kolonien	gezählt nach 48 Std.
nach 1 Std.	340 000 »	
» 24 »	79 200 »	

nach 48 Stunden Platte fast steril, Typhusbazillen nicht mehr nachweisbar.

b) Steriles Wasser aus dem Institutsbrunnen wie, bei a behandelt, ergibt aus drei Ösen

sofort	315 000 Kolonien	gezählt nach 48 Std.
nach 1 Std.	331 794 »	
» 24 »	235 980 »	
» 4 × 24 Std. . . .	10 845 »	
» 14 × 24 » . . .	840 »	

nach 20 × 24 Stunden Platte steril.

Während die Abnahme der Bakterien nach 1 Stunde sehr beträchtlich ist, ist sie nach der zweiten Stunde nur gering. Dies erklärt sich daraus, dafs die Flagellaten sich in der ersten Stunde vollgefressen haben und in der zweiten Stunde verdauen, wie ich dies wiederholt unter dem Mikroskop beobachten konnte.

Versuch vom 26. VI. 1904.

a) Mit Typhuskeimen versetztes Wasser aus dem Institutsbrunnen wird bei 30° C im Wärmeschrank gehalten; aus drei Ösen wachsen

sofort	153 775 Kolonien	gezählt nach 48 Std.
nach 1 Std.	102 960 »	
» 2 »	104 994 »	
» 4 »	87 957 »	
» 24 »	33 930 »	

nach 48 Stunden Platte bleibt fast steril.

b) Derselbe Versuch mit sterilisiertem Wasser aus dem Institutsbrunnen aus drei Ösen

sofort	195 075 Kolonien	gezählt nach 48 Std.
nach 1 Std.	203 180 »	
» 24 »	128 180 »	
» 2 × 24 Std. . . .	108 420 »	
» 4 × 24 » . . .	59 580 »	
» 13 × 24 » . . .	2 970 »	

nach 19 × 24 Stunden Platte fast steril, nach 23 × 24 Stunden werden 10 Ösen in Bouillon übertragen; bei 37° C im Wärmeschrank entwickeln sich Typhusbazillen.

Verimpft man eine geringere Zahl Typhuskeime ins Wasser, so nehmen auch die Flagellaten nicht in dem Mafse zu, als wie bei gröfserer Aussaat, auch spielt hierbei die Menge der schon vor dem Versuch im Wasser befindlichen Flagellaten eine Rolle; da die Bazillen bei der geringen Anzahl der Flagellaten den Nachstellungen derselben eher entgehen, so können sie sich auch länger im Wasser erhalten.

Am 7. VII. wird zu Mangfallwasser eine Öse einer Aufschwemmung einer frischen Typhusbazillenkultur in steriles Wasser gesetzt. Auf der sofort aus 3 Ösen gegossenen Gelatineplatte wachsen 45000 Kolonien. Die Anzahl der Flagellaten ist nach 24 Stunden nicht sehr beträchtlich vermehrt. Am 17. VII. werden 10 Ösen in ein Bouillonröhrchen verimpft und dies 14 Stunden bei 37° C im Wärmeschrank gehalten. Von dieser Bouillonkultur werden 3 Ösen zu 3 Gelatineplatten verarbeitet. Auf Platte 3. wachsen neben vielen Wasserbakterien auch einige Typhuskolonien, die in Bouillon überimpft und nach 24stündigem Wachstum bei 37° C durch die Agglutination als Typhus erwiesen werden.

Ebenso liefsen sich in einem zweiten, am gleichen Tage mit Mangfallwasser angestellten Versuch, der nach der Einsaat 35010 Kolonien in 3 Ösen enthielt, nach 10 Tagen Typhusbazillen durch die Agglutination nachweisen.

Aus zwei anderen Proben, die am 11. VII. mit einer grofsen Anzahl Typhuskeime versetzt wurden, und von denen die eine in 3 Ösen sofort nach der Aussaat 225000, die andere 405000 Keime enthielt, liefsen sich auf die oben angeführte Weise nach 6 Tagen Typhusbazillen durch die Agglutination nachweisen.

Alle diese Versuche geben dasselbe Resultat; die in grofser Zahl ins Wasser verimpften Typhuskeime werden durch die Protozoen in wenigen Tagen vernichtet oder wenigstens so dezimiert, dafs sie nur noch schwer im Wasser nachzuweisen sind. Die Flagellaten haben sich während dieser Zeit ganz

bedeutend vermehrt und nehmen erst allmählich wieder bis auf ihren früheren Bestand ab. Über ihre Zahl genaue Angaben zu machen, ist jedoch nicht möglich.

Im zweiten Hefte des 52. Bandes des Archiv für Hygiene, S. 208, veröffentlicht Dr. W. Hoffmann Untersuchungen aus dem hygienischen Institut zu Berlin: über die Lebensdauer der Typhusbazillen im Aquariumwasser, welche im wesentlichen dieselben Resultate ergaben wie die meinigen.

Am 10. November 1904 hatte er eine Typhusaufschwemmung in ein Aquarium gegossen. Gleich nach der Aussaat fanden sich 336416 Typhuskeime pro 1 ccm Aquariumwasser mit 59590 Wasserkeimen. Am 13. Mai, also nach etwa dreimal 24 Stunden, wurden von der Oberfläche des Wassers an verschiedenen Stellen 4 Ösen entnommen und auf Drigalski-Conradi-Platten ausgestrichen. Hieraus wuchsen bis zum nächsten Tage zwei verdächtige Kolonien, von denen nur die eine durch die Agglutination als Typhuskolonie festgestellt wurde. Nehmen wir an, dafs die Öse, wie die unsere, etwa 0,005 ccm fafste, so fand sich also in 0,02 ccm nach dreimal 24 Stunden ein Keim, in 1 ccm 50 Keime. Also hatten die Typhusbazillen nach diesem Versuche innerhalb dreimal 24 Stunden in einem Kubikzentimeter von 336416 auf 50 abgenommen. Am 18. Mai, also nach fünfmal 24 Stunden, liefsen sich auf diese Weise keine Typhuskeime mehr nachweisen. Auch die Wasserbakterien hatten am 31. Mai von anfangs 59590 auf 900 abgenommen und betrugen am 11. Juli 1518 pro ccm. Ein Befund, der mit dem meinen gleichfalls übereinstimmt.

Hätte Herr Dr. Hoffmann auch dem Verhalten der Protozoen Beachtung geschenkt, so würde er ihre Zahl in den ersten Tagen, solange sie reichlicheres Futter hatten, bedeutend vermehrt gefunden haben, alsdann wären sie erst allmählich zu ihrem alten Bestande bei Beginn des Versuchs wieder herabgesunken. Er würde also auch in diesem Punkte zu demselben Resultat gekommen sein wie ich:

Dafs sich durch das Anreicherungsverfahren am 19. Mai aus 45 ccm Aquariumwasser und am 7. Juni aus 90 ccm noch Typhusbazillen nachweisen liefsen, ist nichts Ungewöhnliches und

stimmt auch mit meinen Beobachtungen überein. Siehe Versuche vom 7. und 11. Juli.

Ob aber die Typhuskeime in dieser Verdünnung eine Infektion veranlassen können, das erscheint mir sehr zweifelhaft, zumal auch die Selbstinfektionsversuche von v. Pettenkofer und Emmerich dafür sprechen, dafs Infektionen vom Intestinaltraktus aus in der Regel nur durch Zufuhr gröfserer Mengen pathogener Bakterien zustande kommen.

Wenn aus den obigen Versuchen schon hervorgeht, dafs die Abnahme der Typhuskeime im Wasser durch die Tätigkeit der Protozoen bedingt ist, so wird dies durch die mikroskopische Untersuchung aufser allen Zweifel gestellt.

Da bei Trockenpräparaten der Protozoenkörper nicht intakt bleibt, und nicht die verschiedenen Stadien der Bakterienaufnahme und Verdauung sich verfolgen lassen, so versuchte ich, die Beobachtungen an lebenden Protozoen zu machen. Das Präparat im hängenden Tropfen war hierzu nicht brauchbar, da die tiefer liegenden Schichten, in denen sich die Protozoen meist aufhielten, unter dem Mikroskop bei starker Vergröfserung nicht einzustellen waren und die schnell beweglichen Protozoen leicht aus der eingestellten Ebene verschwanden. Ich versah daher ein Deckgläschen an den vier Ecken mit kleinen Wachsfüfsen, wie es bei zoologischen Untersuchungen üblich ist, deckte dieses über den auf dem Objektträger befindlichen protozoenhaltigen Wassertropfen und konnte durch Abschmelzen der Wachsfüfschen mit einem erwärmten Glasstabe oder einer Platinöse den Tropfen in einer ganz dünnen Schicht ausbreiten, ohne dafs die Protozoen hierdurch beschädigt wurden. Sie schwammen sehr lebhaft im Präparat umher und konnten jetzt auch bei starker Vergröfserung unter dem Mikroskop bequem beobachtet werden. Zeifs' homogene Immersion:

Brennweite	3,0	mm
Kompensationsokular	12	»
Tubuslänge	160	»

Diese Methode hatte aber noch weitere Vorteile. Der Sauerstoff der Luft hatte zum Tropfen stets Zutritt, das verdunstete

Wasser läfst sich leicht ersetzen, und der Zusatz der Bakterien konnte bequem zu jeder Zeit erfolgen, so dafs man den Vorgang bei ihrer Vernichtung durch die Protozoen von Anfang an beobachten konnte.

Das Protozoenmaterial war unschwer zu erhalten. Zu einigen Kubikzentimetern eines an Protozoen reichen Wassers setzte ich im Reagenzglase so viel frische Typhuskeime, bis eine deutliche Trübung auftrat, wartete nun einige Tage, bis diese Trübung wieder verschwunden war und hatte jetzt in dem Wasser eine grofse Zahl von Flagellaten und Infusorien. Aus Mangfallwasser konnte ich auf diese Weise nur die beiden Flagellatenarten, Bodo ovatus und Bodo saltans (bestimmt von Herrn Dr. Doflein) züchten. Im Wasser aus der Ruhr, das acht Monate lang gestanden hatte, in welchem sich mikroskopisch keine Protozoen mehr auffinden liefsen, konnte man nach Einsaat von Typhusbazillen eine reichliche Menge von Protozoen nachweisen. Beim Wasser aus dem Brunnen des hygienischen Instituts, das seit dem 23. Juli 1904 im Dunkeln gestanden und in dem sich die Flagellaten auf Zusatz von Typhusbazillen reichlich vermehrt hatten, fanden sich am 17. Februar dieses Jahres bei mikroskopischer Untersuchung keine beweglichen Flagellaten, dagegen viele Sporen, die sich unter dem Mikroskop auf Zusatz von Typhusbazillen zu Flagellaten entwickelten.

Nach einigen Tagen, während welcher Zeit die Probe am Lichte gestanden hatte, liefsen sich in dem Wasser auch ohne Bakterienzusatz Protozoen nachweisen, doch waren diese sehr wenig beweglich und nicht gröfser als die Sporen, hatten aber deutliche Geifseln und kontraktile Vakuolen. Auf Zusatz von Typhusbazillen wurden die Bewegungen sofort lebhafter und nach einiger Zeit hatten sie die gewöhnliche Gröfse der Flagellaten erlangt.

Da die Beobachtung des ungefärbten Präparates schwierig war, obwohl ich schon hier sehen konnte, wie die Bakterien von den Flagellaten aufgenommen wurden, so suchte ich durch verschiedene Färbungen diese Schwierigkeit zu heben, doch die Protozoen wurden durch die Farbstoffe, selbst in geringer Konzentration, getötet. Ich

versuchte daher, die Bakterien zu färben, und es gelang mir, ein Verfahren zu finden, bei welchem die Eigenbewegung der Bakterien nicht beeinträchtigt wurde. Eine Öse Agarkultur von Typhusbazillen mit lebhafter Eigenbewegung wird auf einen Objektträger gebracht, und hierzu, ohne das Material weiter zu verreiben, ein Tropfen einer starken, wäfsrigen Methylenblaulösung gesetzt. Den Farbstoff lasse ich unter leichtem Erwärmen über der Flamme etwa 10 Minuten einwirken; damit die Bazillen nicht eintrocknen, setze ich mit der Platinöse ein oder zwei Wassertropfen hinzu und rühre zugleich gut um. Dann übertrage ich die mit gefärbtem Bakterienmaterial beladene Öse in einen zweiten Tropfen und von da in einen dritten etc., bis sich der letzte Tropfen nur mehr schwach blau färbt. Dieser enthält dann noch eine genügend grofse Menge Typhuskeime, die man ruhig dem die Protozoen enthaltenden Präparat zusetzen kann, ohne befürchten zu müssen, dafs diese absterben. Die Protozoen verhalten sich beim Ergreifen der Bakterien verschieden. Einige Arten, wie namentlich Bodo saltans, erjagen ihre Beute im Herumschwärmen und eignen sich daher nicht so gut zur Beobachtung. Der Bodo ovatus liegt meist während der Frefs- und Verdauungsperiode still, und man kann an ihm daher diese Vorgänge sehr gut und fortdauernd beobachten.

Die folgenden Untersuchungen sind am Bodo ovatus gemacht, der sich in jedem von uns untersuchten Wasser fand und auf Bakterienzusatz besonders stark vermehrte. Gleich nach dem Zusatz werden die nach der vorhin angegebenen Methode gefärbten Typhusbazillen durch die Geifseln des Flagellats herbeigestrudelt. Nach wenigen Minuten sieht man, wie ein Bazillus von dem Protoplasma umflossen wird und sich jetzt am Rande desselben in einer Nahrungsvakuole befindet. Bald folgt ihm ein zweiter und sofort. Bei reichlichem Bakterienzusatz kann man nach einer halben bis ganzen Stunde den Flagellaten mit Bazillen ganz vollgefressen sehen. Dieser hört jetzt mit der Bakterienaufnahme für eine längere Zeit auf und liegt ruhig, er verdaut. Erst nach etwa einer halben Stunde kommt wieder mehr Bewegung in ihn, er streckt sich in die Länge, um

dann, nachdem er seine alte Gestalt wieder angenommen hat, im Wasser umher zu schwimmen. Von da ab ist die weitere Beobachtung schwierig.

Den Verdauungsvorgang beobachtet man am besten, wenn man eine geringere Bakterienzahl zugesetzt hat, alsdann kann man die verschiedenen Stadien von der Aufnahme bis zur völligen Auflösung der Bakterien verfolgen. Zuerst sieht man den Bazillus, wie schon oben gesagt, am Rande des Flagellatenkörpers in einer Nahrungsvakuole in heftiger Bewegung. Er sucht aus dem ihn umschliefsenden Protoplasma wieder los zu kommen, und manchmal gelingt es ihm auch, besonders wenn die Flagellaten durch längeres Verweilen im Präparat nicht mehr so lebensfähig sind. Meist jedoch rückt die Vakuole mit dem Bazillus mehr in die Mitte des Protoplasmas vor und vereinigt sich mit anderen, die auch noch bewegliche Bakterien enthalten. Die Bewegungen derselben dauern noch zehn Minuten an, werden allmählich schwächer und hören dann ganz auf; jetzt beginnen die eingeschlossenen Bakterien nach und nach zu zerfallen, die Zerfallprodukte fliefsen zusammen und nach einiger Zeit sind auch die letzten Reste von ihnen verschwunden. Auch das Methylenblau scheint chemisch verändert zu werden, denn die Flagellaten, die mit blaugefärbten Bakterien förmlich vollgepfropft waren, haben nach der Verdauung derselben ihr ursprüngliches Aussehen wieder bekommen und sind nicht blau gefärbt. Diese Beobachtungen kann man, wenn man das verdunstete Wasser des Präparats von Zeit zu Zeit durch frisches ersetzt, längere Zeit ausdehnen (man setzt am besten von dem Protozoen haltenden Wasser zu, da man auf diese Weise wieder neue lebenskräftige Individuen im Präparat bekommt).

Durch diese Versuche und mikroskopische Befunde ist es wohl über allen Zweifel festgestellt, dafs die Vernichtung der Typhuskeime im Wasser nicht durch das Überwuchern und die Konkurrenz der Wasserbakterien, sondern hauptsächlich auf die Tätigkeit der Protozoen zurückzuführen ist.

Ob und welchen Einflufs hierbei Licht und Osmose ausüben, soll noch näher untersucht werden.

Für die Übernahme des Referates spreche ich Herrn Obermedizinalrat Professor Dr. Gruber meinen Dank aus.

Lebenslauf.

Am 13. Dezember 1878 zu Hoya a. d. Weser als Sohn des dortigen Kreisphysikus Dr. med. Huntemüller geboren, besuchte ich bis zu meinem 13. Lebensjahre die Rektorschule meiner Vaterstadt und darauf die Gymnasien zu Hildesheim und Bückeburg. Nach bestandener Reifeprüfung ging ich im Sommersemester 1900 nach München, um Medizin zu studieren und zugleich ein halbes Jahr als Einjährig-Freiwilliger mit der Waffe zu dienen. Ostern 1902 bestand ich hier das Physikum, bezog im nächsten Semester die Universität Freiburg i. B. und kehrte darauf wieder nach München zurück, wo ich im Februar dieses Jahres die ärztliche Prüfung bestand.

Aufser an verschiedenen Polikliniken war ich ein halbes Jahr als Koassistent am pathologischen Institut tätig und arbeitete seit dem Sommersemester 1904 im Laboratorium von Herrn Professor Dr. Emmerich im hygienischen Institut.

Verschiedene Stadien der Aufnahme und Verdauung von gefärbten Typhusbazillen durch Bodo ovatus.

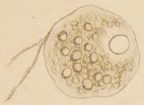

Fig. 1.

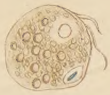

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

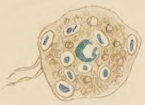

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

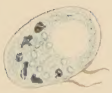

Fig. 10.

Fig. 11.

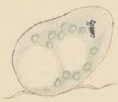

Fig. 12.

Fig. 13.

Zeifs, Homogene Immersion. Brennweite 3,0 mm. Tubuslänge 160 mm. Compens. Okular 12.

Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin.

Lith. F. Reichhold, München.